

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 janvier 2002 (31.01.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/07996 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **B60C 23/04**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP01/08429

(22) Date de dépôt international : 20 juillet 2001 (20.07.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/09734 25 juillet 2000 (25.07.2000) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf CA, MX, US) :
SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];
23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand Cedex (FR).

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH];
Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs; et

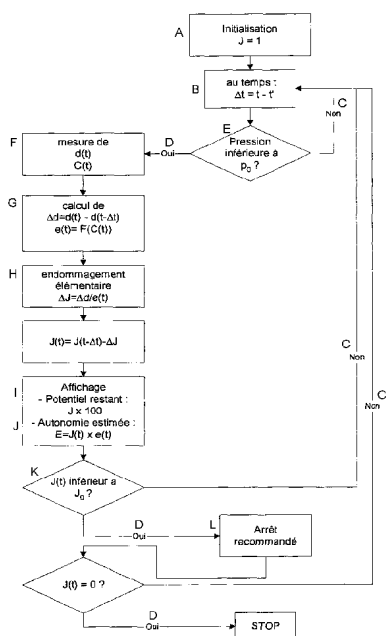
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **HOT-TEBART, François** [FR/FR]; 32, chemin de la Pauze, F-63130 Royat (FR). **SHEPHERD, Russell** [US/US]; 79, rue Viviani, Appartement 34, F-63100 Clermont-Ferrand (FR).

(74) Mandataire : **DEQUIRE, Philippe**; Michelin & Cie, Service SGD/LG/PI-LAD, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR ASSESSING THE ENDURANCE OF A RUNNING FLAT SYSTEM

(54) Titre : PROCÉDE D'ÉVALUATION DE L'AUTONOMIE D'UN SYSTÈME DE ROULAGE À PLAT



A... INITIALISING J=1
B... AT INSTANT t
C... NO
D... YES
E... PRESSURE LOWER THAN P₀?
F... MEASURING α(t) c(t)
G... CALCULATING
H... ELEMENTARY DAMAGE
I... DISPLAY REMAINING POTENTIAL
J... ESTIMATED ENDURANCE
K... J(t) LOWER THAN J₀?
L... ADVISED TO STOP

(57) Abstract: The invention concerns a method for assessing the endurance of a motor vehicle running flat system comprising at least for each wheel a tyre casing, a deflation alarm and means supporting the running tread of the tyre casing when the casing is deflated, which, from the instant the deflation alarm has detected a predetermined deflating threshold, consists in: periodically measuring the distance covered and a parameter C(t) characteristic of the running conditions; determining on the basis of C(t) and the measured distance over Δt a quantity characteristic of potential elementary damage of the system during the time elapsed Δt; calculating an estimate of the global damage by combining the calculated elementary damage levels since the start of flat running; and transmitting to the vehicle driver a quantity related to that estimate of the flat running system global damage.

(57) Abrégé : Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat d'un véhicule comprenant au moins pour chaque roue une enveloppe pneumatique, un avertisseur de dégonflement et des moyens de support de la bande de roulement de l'enveloppe pneumatique en cas de dégonflement de l'enveloppe, dans lequel, à partir du moment où l'avertisseur de dégonflement a détecté un seuil de dégonflement prédéterminé: on mesure périodiquement la distance parcourue et un paramètre C(t) caractéristique des conditions du roulage; on détermine en fonction de C(t) et de la distance mesurée sur Δt une grandeur caractéristique d'un endommagement élémentaire potentiel du système pendant la période écoulée Δt; on calcule une estimation de l'endommagement global par combinaison des endommagements élémentaires calculés depuis le début du roulage à plat; et on transmet au conducteur du véhicule une grandeur liée à cette estimation de l'endommagement global du système de roulage à plat.

WO 02/07996 A1



(81) **États désignés (national)** : AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat

L'invention a pour objet un procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat ; on désigne par système de roulage à plat d'un véhicule un ensemble
5 comprenant au moins pour chaque roue une enveloppe pneumatique, un avertisseur de dégonflement et des moyens de support de la bande de roulement de l'enveloppe pneumatique en cas de dégonflement de l'enveloppe.

Le procédé selon l'invention permet aussi d'évaluer les conditions de réutilisation du système de roulage à plat ; ces conditions – après un roulage à plat ou à
10 très faible pression – peuvent être soit la réutilisation pure et simple du système en l'état, après réparation et regonflage de l'enveloppe pneumatique, soit le changement de pneumatique, soit le remplacement de l'appui de sécurité, ou les deux.

On sait que la baisse de pression d'un pneumatique peut être brutale, par exemple à la suite d'un éclatement, ou très lente, par exemple après une crevaisson, mais
15 dans tous les cas il y a un risque d'accident par perte de contrôle de la direction du véhicule. On a donc imaginé des dispositifs dits « de roulage à plat » qui comprennent généralement un appui de sécurité annulaire monté à l'intérieur du pneumatique pour limiter l'affaissement de ce dernier et éventuellement pour éviter le phénomène du décroincement, c'est-à-dire le déplacement d'un bourrelet du pneumatique vers
20 l'intérieur de la jante, ce qui provoque le déjantage du pneumatique.

Un tel dispositif est décrit, par exemple, dans les brevets W0 94/13498 et EP 0 796 747 (Michelin et Cie).

On a aussi imaginé des pneumatiques dont la structure, notamment des flancs, est fortement renforcée pour leur permettre de rouler à faible pression ou à pression
25 nulle. Un exemple de tels pneumatiques dits « autoporteurs » est donné dans le brevet US 6,026,878 de Goodyear.

Paradoxalement, ces dispositifs modernes de roulage à plat sont si efficaces que le conducteur ne s'aperçoit pas aisément de la baisse de la pression de l'un des pneumatiques de son véhicule. Ces systèmes doivent donc comporter des appareils de
30 mesure de la pression des pneumatiques dont la fonction essentielle est d'avertir le

- 2 -

conducteur dès que la pression dans un pneumatique descend en dessous d'un seuil prédéterminé.

Ces systèmes de roulage à plat, basés sur l'utilisation de moyens de support de la bande de roulement de l'enveloppe pneumatique en cas de dégonflement de l'enveloppe
5 disposés dans ou en dehors de l'enveloppe pneumatique autorisent actuellement, selon les manufacturiers de pneumatiques, un roulage dans des conditions de roulage à plat à vitesse limitée (de l'ordre de 80 km/h au maximum) et pour une distance elle aussi limitée (de l'ordre de 200 km).

En réalité, ces valeurs limites sont déterminées dans des conditions très sévères
10 d'utilisation des véhicules et des systèmes de roulage à plat et sous-estiment ainsi très souvent le potentiel d'utilisation réel de ces systèmes et l'autonomie qu'ils peuvent offrir aux usagers.

Le but de l'invention est précisément d'indiquer au conducteur à chaque instant une estimation de l'autonomie réelle dont il dispose après une forte perte de pression,
15 suivant les conditions réelles du roulage.

La présente invention permet donc d'indiquer à chaque instant au conducteur son autonomie réelle ; le cas échéant, elle prévient le conducteur qu'il a franchi une distance maximale et qu'il devrait s'arrêter ; enfin, elle lui précise les conditions de réutilisation de son système de roulage à plat.

20 Pour obtenir ce résultat, l'invention fait appel à un traitement de données provenant de différents capteurs et représentant des paramètres significatifs du système de roulage à plat concerné et du véhicule.

Le procédé selon l'invention d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat équipant un véhicule, le système comprenant au moins pour chaque roue
25 une enveloppe pneumatique, un avertisseur de dégonflement et des moyens de support de la bande de roulement de l'enveloppe pneumatique en cas de dégonflement de l'enveloppe, est caractérisé en ce que, à partir du moment où l'avertisseur de dégonflement a détecté un seuil de dégonflement prédéterminé :

- on mesure périodiquement la distance parcourue et un paramètre $C(t)$ caractéristique
30 des conditions du roulage ;

- 3 -

- on détermine en fonction de $C(t)$ et de la distance parcourue pendant la période Δt une grandeur caractéristique d'un endommagement élémentaire potentiel du système pendant ladite période écoulée Δt ;
- on calcule une estimation de l'endommagement global par combinaison des endommagements élémentaires calculés depuis le début du roulage à plat ; et
- on transmet au conducteur du véhicule une grandeur liée à cette estimation de l'endommagement global du système de roulage à plat.

Avantageusement, à partir d'une série d'essais de roulage dans des conditions correspondant à celles du paramètre caractéristique C , on détermine une fonction $F(C)$ donnant pour toute valeur du paramètre C une estimation e de l'autonomie du système de roulage à plat neuf dans ces conditions de roulage C :

$$e(t) = F[C(t)]$$

On peut estimer un endommagement élémentaire potentiel ΔJ pendant la période de roulage Δt par le rapport :

$$\Delta J = \Delta d / e(t)$$

dans lequel, $\Delta d = [d(t) - d(t - \Delta t)]$ est égal à la distance parcourue par le véhicule pendant la période Δt .

Dans un mode de réalisation préférentiel, en considérant J , potentiel d'utilisation du système de roulage à plat, à chaque période de mesure Δt , on actualise l'estimation de $J(t)$ par :

$$J(t) = J(t - \Delta t) - \Delta J$$

De préférence, J est initialisé à 1 lorsque le système de roulage à plat est neuf.

Avantageusement, on transmet au conducteur du véhicule la valeur actualisé de $J(t)$. On peut aussi, en considérant E , autonomie restante du système de roulage à plat dans les conditions actuelles de roulage, estimer E par :

$$E = J(t) \times e(t)$$

et on transmet régulièrement au conducteur du véhicule une valeur actualisée de cette estimation.

Il est évidemment possible, sans sortir du cadre de l'invention, de définir une autre formule pour le calcul de E . Notamment, pour s'affranchir des diminutions

importantes de $e(t)$ dans les premiers kilomètres du roulage, on pourra anticiper la diminution prévisible du paramètre $e(t)$.

Lorsque le potentiel d'utilisation diminue en dessous d'un seuil donné J_0 , on transmet de préférence au conducteur du véhicule un avertissement lui recommandant de s'arrêter prochainement.

Avantageusement, lorsque la pression de gonflage mesurée est inférieure à un seuil donné, on considère que le pneumatique concerné est dans des conditions de roulage à plat.

Pour éviter de surestimer l'autonomie restante, et pour ne pas inciter le conducteur à rouler trop longtemps à plat, on compare la valeur de ladite autonomie réelle à une valeur empirique maximale, et l'on retient la plus petite de ces deux valeurs pour calculer l'autonomie restante.

Dans une variante préférentielle de l'invention, on utilise comme paramètre caractéristique la température de l'air interne du pneumatique concerné, soit :

$$C(t) = T(t)$$

Dans une variante simplifiée de l'invention, $e(t) = F[C(t)]$ est donné par :

$$e(t) = e_0 \exp \left[(\ln 2) \left(\frac{T_0 - T(t)}{\Delta T} \right) \right]$$

où :

- e est ladite autonomie modélisée, exprimée en kilomètres (km), qui correspond à l'autonomie disponible avant immobilisation d'un système de roulage roulant à une température T constante ;
- T est la température de l'air interne (en degrés Celsius) ;
- T_0 est une température arbitraire de référence (en degrés Celsius), par exemple la température maximale susceptible d'être atteinte ;
- e_0 est l'autonomie estimée à la température T_0 ; e_0 est de l'ordre de 200 km ;
- ΔT (en degrés Celsius) est un intervalle de température correspondant à une réduction d'un facteur 2 de l'autonomie ; ΔT est de l'ordre de 10°C.

Une autre expression simplifiée de la relation entre l'autonomie et la température de l'air interne utilisable est :

- 5 -

$$e(t) = e'_0(T_0 - T) + e'_1$$

où :

- e est l'autonomie modélisée, exprimée en km, qui correspond à l'autonomie disponible avant immobilisation d'un système de roulage roulant à une température
5 T constante ;
- T est la température de l'air interne mesurée (en degrés Celsius) ;
- T_0 est une température arbitraire de référence (en degrés Celsius), par exemple la température maximale susceptible d'être atteinte ;
- e'_0 est la pente de la relation linéaire entre l'autonomie et $(T_0 - T)$, écart entre
10 température maximale et température mesurée de l'air interne.
- e'_1 est l'autonomie estimée à la température T_0 .

Il est évidemment possible, sans sortir du cadre de l'invention, d'utiliser tel ou tel autre paramètre caractéristique, seul ou en combinaison, des conditions de roulage à plat.

15 On peut avantageusement choisir ces paramètres caractéristiques dans le groupe suivant : la pression de gonflage, la localisation du pneumatique concerné, la charge appliquée, la température extérieure, la vitesse du véhicule, le type de véhicule, la vitesse de balayage des essuie-glaces, les efforts longitudinaux et transversaux appliqués à la roue concernée.

20 On peut également se servir de la localisation, de la température de l'air interne et de la pression des autres pneus gonflés.

Le procédé selon l'invention peut aussi s'appliquer, outre l'évaluation de l'endommagement et de l'autonomie du système de roulage à plat, à l'évaluation de la réutilisation du pneumatique concerné par le roulage à plat ainsi qu'à l'évaluation de la
25 réutilisation de l'insert de sécurité, s'il y a lieu.

Pour mieux comprendre l'invention, on va décrire un schéma de principe du procédé présenté à la figure 1.

En considérant J, potentiel d'utilisation du système de roulage à plat considéré, on initialise J à 1 lorsque le système est neuf.

- 6 -

Tout au long du roulage, on effectue des mesures de contrôle avec une période Δt . t' étant l'instant auquel les mesures précédentes ont été effectuées, on a $\Delta t = t - t'$. Δt peut être constant ou non suivant le cas.

On détermine si, à cet instant t , l'un des pneumatiques du véhicule a une
5 pression de gonflage inférieure à un seuil p_0 , de l'ordre de 0,7 bar. Si tel n'est pas le cas, on recommence à la période suivante.

Si l'un des pneumatiques a une pression inférieure à cette valeur, on mesure la distance parcourue, $d(t)$ depuis le franchissement de ce seuil d'alerte ainsi qu'une grandeur caractéristique du roulage à plat, par exemple la température de l'air interne du
10 pneumatique, $C(t)$.

Puis on calcule la distance parcourue depuis la dernière mesure :

$$\Delta d = [d(t) - d(t - \Delta t)] \text{ et}$$

$$e(t) = F[C(t)]$$

$e(t)$ est l'estimation de l'autonomie du système de roulage à plat neuf dans les
15 conditions $C(t)$. La fonction $F(C)$ est déterminée empiriquement à partir d'une série d'essais réalisés en faisant varier les conditions de roulage à plat. Cette fonction est usuellement bornée à une valeur maximale donnée, par exemple 1500 km.

On calcule alors un endommagement élémentaire potentiel pendant la période de mesure considérée :

$$20 \quad \Delta J = \Delta d / e(t)$$

Et on actualise le potentiel d'utilisation actuel du système par :

$$J(t) = J(t - \Delta t) - \Delta J$$

On peut alors transmettre au conducteur du véhicule l'estimation du potentiel d'utilisation du système actualisée $J \times 100$, en % par exemple. On peut aussi transmettre
25 une estimation E de l'autonomie résiduelle dans les conditions actuelles de roulage donnée par exemple en calculant le produit :

$$E = J(t) \times e(t)$$

On vérifie alors la valeur de $J(t)$ par rapport à un premier seuil de l'ordre de 10%, si ce seuil est franchi, on avertit le conducteur du véhicule qu'il doit
30 prochainement s'arrêter, lorsque $J(t)$ devient 0, on indique au conducteur qu'il doit s'arrêter.

Lorsque ce dernier seuil n'est pas franchi, on reprend le cycle du procédé selon l'invention à la période Δt suivante.

On va maintenant indiquer pour les principaux paramètres caractéristiques quelles sont les conditions les plus sévères et quelle peut être l'augmentation estimée de
5 l'autonomie.

Tout d'abord, la pression résiduelle du pneumatique concerné : un pneumatique « à plat » n'a pas forcément une pression nulle comme c'est le cas au cours des essais en conditions sévères ; si la perte de pression est lente (environ 80% des cas de crevaisson), en début de roulage à plat, le pneumatique s'échauffe et se regonfle même un peu
10 temporairement : on peut estimer qu'une pression supplémentaire de 0,2 bar peut multiplier l'autonomie minimale par 10.

Pour ce qui concerne la charge du véhicule, les essais sévères sont faits à charge maximale, ce n'est pas toujours le cas dans la réalité : par exemple, une diminution d'environ 60 daN sur un véhicule familial multiplie l'autonomie minimale par 2.

15 La température extérieure retenue pour les essais sévères peut être 40°C. Un écart en moins d'environ 12°C multiplie l'autonomie minimale par 2.

Les conditions atmosphériques ont aussi une influence : par temps humide l'autonomie est augmentée de manière très significative grâce à la réduction de la température de fonctionnement du système.

20 L'état du sol joue également un rôle important : ainsi, sur un sol bosselé, qui crée des surcharges dynamiques, l'autonomie est réduite de manière importante.

Le fractionnement du trajet en plusieurs étapes augmente beaucoup l'autonomie car le système de roulage à plat se refroidit au cours des arrêts.

25 Les efforts longitudinaux sont très pénalisants pour les systèmes de roulage à plat car, notamment en freinage, ils génèrent des surcharges dynamiques. Ceci est particulièrement sensible pour les systèmes de roulage à plat situés sur l'essieu avant.

Les efforts transversaux sont très pénalisants pour les systèmes de roulage à plat car les efforts en virage génèrent des surcharges dynamiques localisées.

30 La localisation du pneumatique concerné sur le véhicule, essieu avant ou arrière, est importante car les conditions réelles de roulage sont fonction des réglages des

suspensions (par exemple angle de carrossage..) qui peuvent différer à l'avant et à l'arrière.

On va donner ci-après un exemple réalisé dans des conditions précises.

Les essais ont été conduits sur une Renault « Scénic » équipée du système de
 5 roulage à plat « PAX » de la Société Michelin comportant un appui de sécurité en caoutchouc. La dimension des pneumatiques était 185-620 R 420. La pression était nulle (valve enlevée). L'autonomie annoncée par le fabricant était de l'ordre de 200 km.

Dans le test, l'autonomie maximale a été fixée à 1500 km et le seul paramètre
 10 retenu a été la température (T) de l'air interne du pneumatique. Pour des raisons technologiques, la température interne maximale mesurable était de 110°C.

Quand la température était inférieure strictement à 110°C, nous avons utilisé la formule empirique :

$$e(t) = e_0 \exp \left[\left(\ln 2 \right) \left(\frac{T_0 - T(t)}{\Delta T} \right) \right]$$

15 avec T_0 fixé à 110°C et les valeurs suivantes qui ont été identifiées de manière empirique :

$$e_0 = 250 \text{ km, et } \Delta T = 12^\circ\text{C}.$$

Quand la température était égale à 110°C, nous avons utilisé la formule empirique :

20
$$e(T) = e_{\text{lim}} \text{ avec } e_{\text{lim}} = 200 \text{ km}$$

Ce test a conduit aux valeurs d'autonomie indiquées à l'avant-dernière colonne du tableau suivant, qui donne les conditions de trois types de roulages :

- la première ligne du tableau est une simulation de cycle urbain sur une machine dite « rouleuse » ;
- 25 - la deuxième ligne est un roulage mixte routier/autoroutier ; et
- la troisième ligne est un autre roulage mixte routier/autoroutier ;
- la colonne 1 donne la charge moyenne (pour une charge maximale de 425 daN) ;
- la colonne 2 donne le fractionnement du trajet sous la forme du nombre
- 30 d'arrêts de plus de 15 minutes ;

- 9 -

- la colonne 3 donne la vitesse moyenne de roulage ;
- la colonne 4 donne le pourcentage de route humide ;
- la colonne 5 donne la température moyenne de l'air extérieur ;
- la colonne 6 donne la température moyenne de l'air interne pendant le
roulage ;
- la colonne 7 donne l'autonomie réelle mesurée ;
- la colonne 8 donne l'autonomie évaluée par le procédé, objet de l'invention ;
- la colonne 9 donne le « gain » pour le conducteur par rapport à une autonomie
minimale annoncée par le constructeur (200 km).

Charge daN	Nombre arrêts	Vitesse moyenne km/h	% route humide	T air extérieur	T air interne	Autonomie mesurée km	Autonomie estimée km	Gain km
310	187	48	0 %	20°C	54°C	1499	1206	1006
383	2	100	23%	8°C	98°C	780	393	193
337	8	84	26%	9°C	93°C	1751	439	239

Dans le cas des essais considérés, l'autonomie du système de roulage à plat était liée à celle de l'appui de sécurité disposé autour de la jante de la roue du système.

On voit que le gain d'autonomie procuré par la procédé objet de l'invention est important, même dans le cas pénalisant du roulage routier/autoroutier à vitesse soutenue et charge plus élevée (deuxième ligne du tableau).

Enfin, il est avantageux de prévoir une alarme pour le conducteur lorsque l'autonomie restante devient inférieure à une valeur prédéterminée.

Un deuxième essai est maintenant décrit. Cet essai a été conduit avec un véhicule Peugeot 806 équipé du système de roulage à plat PAX comportant un appui de sécurité en caoutchouc. La dimension des pneumatiques était 205-650R440. La pression des pneumatiques était nulle (valve enlevée).

Comme précédemment, l'autonomie maximale a été fixée à 1500 km et le seul paramètre retenu a été la température (T) de l'air interne du pneumatique. Pour des raisons technologiques, la température interne maximale mesurable était de 110°C.

- 10 -

Quand la température était inférieure strictement à 110°C, nous avons utilisé la formule empirique :

$$e(t) = e'_0(T_0 - T) + e'_1$$

avec T_0 fixé à 110°C et les valeurs suivantes qui ont été identifiées de manière
5 empirique :

$$e'_0 = 10.0 \text{ km/}^\circ\text{C}, e'_1 = 138 \text{ km},$$

Quand la température était égale ou supérieure à 110°C, nous avons utilisé la formule empirique :

$$e(T) = e_{\text{lim}} \text{ avec } e_{\text{lim}} = 138 \text{ km}$$

10 Ce test a conduit aux valeurs d'autonomie indiquées à l'avant-dernière colonne du tableau suivant, qui donne les conditions de neuf essais de roulages :

- la première colonne donne la charge statique moyenne ;
- la colonne 2 donne la vitesse moyenne de roulage ;
- la colonne 3 la température moyenne de l'air extérieur ;
- 15 - la colonne 4 donne la température moyenne mesurée de l'air interne du pneumatique ;
- la colonne 5 donne la température maximale mesurée de l'air interne du pneumatique ;
- la colonne 6 donne l'autonomie réelle mesurée ;
- 20 - la colonne 7 donne l'autonomie évaluée par le procédé, objet de l'invention ;
- la colonne 8 donne la différence entre l'endurance évaluée et l'endurance réelle.

Charge moyenne	Vitesse moyenne en roulage	T _{ext} moyenne en roulage	T moyenne en roulage	max{T} en roulage	Endurance réelle	Endurance évaluée	Différence
542 daN	64 km/h	11 °C	102 °C	110 °C	295 km	175 km	-120 km
542 daN	69 km/h	11 °C	95 °C	104 °C	346 km	264 km	-82 km
542 daN	60 km/h	11 °C	91 °C	100 °C	430 km	328 km	-102 km
542 daN	100 km/h	30 °C	110 °C	110 °C	168 km	138 km	-30 km
542 daN	65 km/h	10 °C	99 °C	110 °C	459 km	213 km	-246 km
542 daN	44 km/h	10 °C	81 °C	110 °C	906 km	342 km	-564 km
460 daN	39 km/h	10 °C	74 °C	90 °C	613 km	445 km	-168 km
542 daN	40 km/h	10 °C	72 °C	94 °C	493 km	486 km	-7 km
542 daN	61 km/h	10 °C	94 °C	110 °C	597 km	262 km	-335 km

La fonction d'ajustement choisie est particulièrement aisée à mettre en œuvre. Elle permet, comme le montre les résultats précédents, d'améliorer sensiblement les conditions réelles d'utilisation du système de roulage à plat en autorisant une durée

5 d'utilisation en roulage à plat plus élevée lorsque les conditions réelles d'utilisation le permettent.

Dans le cas des deux essais considérés, l'autonomie du système de roulage à plat était liée à celle de l'appui de sécurité disposé autour de la jante de la roue du système.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat équipant un véhicule, ledit système comprenant au moins pour chaque roue une enveloppe pneumatique, un avertisseur de dégonflement et des moyens de support de la bande de roulement de l'enveloppe pneumatique en cas de dégonflement de l'enveloppe de l'enveloppe pneumatique, caractérisé en ce que, à partir du moment où ledit avertisseur de dégonflement a détecté un seuil de dégonflement prédéterminé :
- on mesure périodiquement la distance parcourue et un paramètre $C(t)$ caractéristique des conditions du roulage ;
 - on détermine en fonction de $C(t)$ et de la distance parcourue pendant la période Δt une grandeur caractéristique d'un endommagement élémentaire potentiel du système pendant ladite période écoulée Δt ;
 - on calcule une estimation de l'endommagement global par combinaison desdits endommagements élémentaires calculés depuis le début du roulage à plat ; et
 - on transmet au conducteur du véhicule une grandeur liée à cette estimation de l'endommagement global du système de roulage à plat.
2. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 1, dans lequel, à partir d'une série d'essais de roulage dans des conditions correspondant à celles du paramètre caractéristique C , on détermine une fonction $F(C)$ donnant pour toute valeur du paramètre C une estimation e de l'autonomie du système de roulage à plat neuf dans ces conditions de roulage C :
- $$e = F(C)$$
3. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 2, dans lequel, on estime l'endommagement élémentaire potentiel ΔJ pendant la période de roulage Δt par le rapport :
- $$\Delta J = \Delta d / e(t)$$
- dans lequel, Δd est égal à la distance parcourue par le véhicule pendant la période Δt .

- 13 -

4. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 3, dans lequel, en considérant J, potentiel d'utilisation du système de roulage à plat, à chaque période de mesure Δt , on actualise l'estimation de J(t) par :

$$J(t) = J(t-\Delta t) - \Delta J$$

5

5. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 4, dans lequel J est initialisé à 1 lorsque le système de roulage à plat est neuf.

10 6. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 4 et 5, dans lequel on transmet au conducteur du véhicule la valeur actualisée de J(t).

15 7. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 4 à 6, dans lequel, en considérant E, autonomie restante du système de roulage à plat dans les conditions actuelles de roulage, on transmet au conducteur du véhicule une valeur actualisée de cette estimation.

20 8. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 7, dans lequel, on estime E par :

$$E = J(t) \times e(t)$$

25 9. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 4 à 8, dans lequel, lorsqu'on franchit un seuil donné J_0 , on transmet au conducteur du véhicule un avertissement.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel, lorsque la pression de gonflage mesurée est inférieure à un seuil donné, on considère que le pneumatique concerné est dans des conditions de roulage à plat.

30

11. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 10, dans lequel, ledit avertisseur de dégonflement mesurant périodiquement, en plus de la pression de gonflage du pneumatique, la température de l'air interne T, on utilise comme paramètre caractéristique des conditions de roulage dudit système de roulage à plat ladite température de l'air interne du pneumatique concerné.

12. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 11, dans lequel, $e(t) = F[T(t)]$ est donné par :

$$e(t) = e_0 \exp \left[(\ln 2) \left(\frac{T_0 - T(t)}{\Delta T} \right) \right]$$

où :

- e est ladite autonomie modélisée, exprimée en kilomètres, qui correspond à l'autonomie disponible avant immobilisation d'un système de roulage roulant à une température T constante ;
- T est la température de l'air interne (en degrés Celsius) ;
- T_0 est une température arbitraire de référence (en degrés Celsius) ;
- e_0 est l'autonomie estimée à la température T_0 ;
- ΔT (en degrés Celsius) est un intervalle de température correspondant à une réduction d'un facteur 2 de l'autonomie.

13. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant la revendication 11, dans lequel, $e(t) = F[T(t)]$ est donné par :

$$e(t) = e'_0 (T_0 - T) + e'_1$$

où :

- e est ladite autonomie modélisée, exprimée en kilomètres, qui correspond à l'autonomie disponible avant immobilisation d'un système de roulage roulant à une température T constante ;
- T est la température de l'air interne (en degrés Celsius) ;
- T_0 est une température arbitraire de référence (en degrés Celsius) ;

- 15 -

- e'_0 est la pente de la relation linéaire entre l'autonomie et $(T_0 - T)$, écart entre température maximale et température mesurée de l'air interne ;
- e'_1 est l'autonomie estimée à la température T_0 .

5 14. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 2 à 13, dans lequel on borne la valeur maximale de e à une valeur arbitraire donnée.

10 15. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 14, dans lequel on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat la pression de gonflage du pneumatique concerné.

15 16. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 14, dans lequel on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat la localisation sur le véhicule du pneumatique concerné.

20 17. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 16, ledit véhicule comportant des moyens pour estimer la charge appliquée aux roues, on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat la charge appliquée à la roue concernée.

25 18. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 17, ledit véhicule comportant des moyens pour mesurer la température extérieure au véhicule, on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat ladite température extérieure.

- 16 -

19. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 18, on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat la vitesse de roulage du véhicule.

5

20. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 19, ledit véhicule comportant des moyens pour mesurer les efforts transversaux appliqués auxdites roues, on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire des conditions de roulage dudit système de roulage à plat lesdits efforts transversaux.

10

21. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 20, dans lequel on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire au moins une grandeur choisie dans le groupe des efforts longitudinaux, du type de véhicule, de la vitesse de balayage des essuie-glaces et de la localisation du pneumatique concerné.

15

22. Procédé d'évaluation de l'autonomie d'un système de roulage à plat suivant l'une des revendications 1 à 21, dans lequel on utilise comme paramètre caractéristique complémentaire au moins une grandeur choisie dans le groupe de la température de l'air interne et de la pression des autres pneumatiques gonflés.

20

23. Procédé selon l'une des revendications 1 à 22, dans lequel les moyens de renforcement structurel de l'enveloppe pneumatique sont un appui de sécurité disposé radialement extérieurement relativement à la jante de ladite roue et destiné à supporter la bande de roulement de ladite enveloppe pneumatique en cas de perte de pression de gonflage.

25

24. Procédé selon l'une des revendications 1 à 22, dans lequel les moyens de renforcement structurel de l'enveloppe pneumatique sont insérés dans la structure de ladite enveloppe.

30

- 17 -

25. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 24 à l'évaluation de la réutilisation du pneumatique concerné par le roulage à plat.
- 5 26. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 23 à l'évaluation de la réutilisation de l'insert de sécurité du pneumatique concerné par le roulage à plat.

1/1

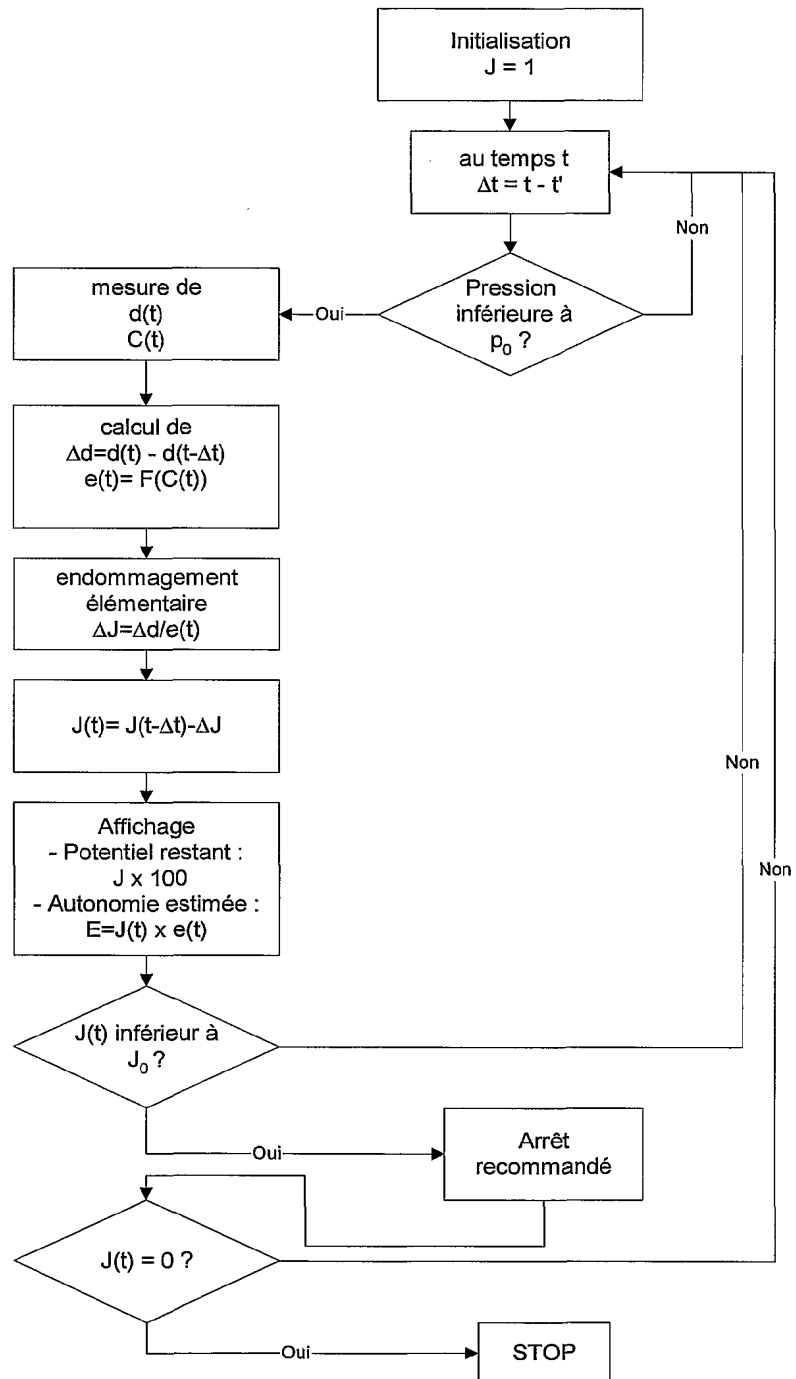


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 01/08429

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60C23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 186 377 A (BARABINO WILLIAM A) 29 January 1980 (1980-01-29) column 8, line 43 - line 64; figure 8 -----	1
A	US 6 087 930 A (KULKA HARVEY J ET AL) 11 July 2000 (2000-07-11) column 11, line 7 - line 23 column 9, line 29 -column 10, line 24 -----	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 October 2001

Date of mailing of the international search report

07/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Smeyers, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 01/08429

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4186377	A	29-01-1980	NONE
US 6087930	A	11-07-2000	BR 9506855 A 23-09-1997
		CA 2183235 A1 24-08-1995	
		CN 1141613 A 29-01-1997	
		EP 0746475 A1 11-12-1996	
		JP 9509488 T 22-09-1997	
		WO 9522467 A1 24-08-1995	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Det internationale No
PCT/EP 01/08429

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B60C23/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B60C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 186 377 A (BARABINO WILLIAM A) 29 janvier 1980 (1980-01-29) colonne 8, ligne 43 - ligne 64; figure 8 -----	1
A	US 6 087 930 A (KULKA HARVEY J ET AL) 11 juillet 2000 (2000-07-11) colonne 11, ligne 7 - ligne 23 colonne 9, ligne 29 -colonne 10, ligne 24 -----	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 octobre 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/11/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Smeyers, H

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De l' ☐ internationale No

PCT/EP 01/08429

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4186377	A	29-01-1980	AUCUN
US 6087930	A	11-07-2000	BR 9506855 A 23-09-1997
		CA 2183235 A1 24-08-1995	
		CN 1141613 A 29-01-1997	
		EP 0746475 A1 11-12-1996	
		JP 9509488 T 22-09-1997	
		WO 9522467 A1 24-08-1995	